درسنامه نکته و تست

فیزیولوژی پزشکی

(ویژه داوطلبان آزمون‌های HSE، بهداشت حرفه‌ای، ارگونومی)

- درسنامه جامع براساس آخرین سرفصل‌های مصوب
- همراه با نمونه سوالات آزمونی

مؤلف: محمد عنبری

انتشارات اندیشه ارشد

فیزیولوژی پزشکی

فصل اول

فیزیولوژی سلول ۵

فصل دوم

فیزیولوژی اعصاب ۱۴

فصل سوم

فیزیولوژی قلب و گردش خون ۲۷

فصل چهارم

فیزیولوژی تنفس ۴۱

سوالات

سوالات فصل اول ۵۰

سوالات فصل دوم ۵۸

سوالات فصل سوم ۶۱

سوالات فصل چهارم ۷۲

فیزیولوژی پزشکی

عناوین اصلی:

- فصل اول: فیزیولوژی سلول
- فصل دوم: فیزیولوژی اعصاب
- فصل سوم: فیزیولوژی قلب و گردش خون
- فصل چهارم: فیزیولوژی تنفس

فصل اول

فیزیولوژی سلول

ترکیب بدن و سازماندهی عملی سلول:

- حدود ۶۰ درصد وزن بدن یک مرد جوان بالغ از آب تشکیل می‌شود. حدود دو سوم آن (۴۰ درصد از وزن بدن) داخل سلول قرار دارد و مایع داخل سلولی (ICF) نامیده می‌شود. یک سوم باقیمانده (۲۰ درصد وزن بدن) در فضاهای بیرون سلول‌ها است و مایع داخل سلولی (EFC) نامیده می‌شود. ۷۵ درصد از مایع خارج سلولی در فضای میان بافتی و ۲۵ درصد آن داخل رگ (پلاسما) وجود دارد.
- به مایع خارج سلولی، مایع داخلی بدن نیز می‌گویند.
- غلظت خارج سلولی یون‌های سدیم، کلسیم، کلر و بیکربنات از غلظت داخل سلولی آن بیشتر است.
- غلظت داخل سلولی یون های پتاسیم، منیزیوم، سولفات و فسفات از غلظت خارج سلولی آنها بیشتر است.
- سدیم کاتیون اصلی خارج سلولی و پتاسیم کاتیون اصلی داخل سلولی است.
- حفظ شرایط پایدار و ثابت محیط داخل بدن ← هومئوستاز

ارگانل‌ها (اندامک‌های) داخل سلول:

۱. **هسته و هستک:** هسته بیشتر سلول‌ها یک هستک دارد. هستک برخلاف سایر ارگانل‌ها، غشاء ندارد و حاوی RNA ریبوزومی می‌باشد.

۲. **شبکه آندوپلاسمی خشن یا دانه‌دار:** به همراه ریبوزوم در ساخت پروتئین نقش دارد.

۳. **شبکه آندوپلاسمی صاف:** در ساخت چربی، تجزیه گلیکوژن، دخیره کلسیم و سم‌زدایی نقش دارد.

۴. **ریبوزوم:** از پروتئین ها و حداقل سه RNA ریبوزومی تشکیل می‌شوند.

۵. **دستگاه گلـژی:** دسـتگاه گلـژی در پـردازش (گلیکوزیلاسـیون و بسـته‌بندی) پروتئین‌هـای سـاخته شـده در شـبکه آندوپلاسـمی نقـش دارد. لیزوزوم‌هـا و وزیکول‌های ترشحی از این ساختار تولید می‌شوند.

۶. **لیزوزوم:** دستگاه گوارش داخل سلولی هستند. بـه کمـک آنـزیم هیـدرولاز خـود مواد را تجزیه می‌کنند.

۷. **میتوکندری:** موتورخانه سلول است.

۸. **پراکسی زوم:** از تکثیر خودبه‌خودی یـا از شـبکه آندوپلاسـمی صـاف ایجـاد می‌شـوند. دارای آنزیم‌هـای کاتـالاز (نـوعی آنـزیم اکسـیداز) بـوده و پراکسـید هیدروژن (H_2O_2) تولید می‌کنند.

۹. **سانتریول:** در ایجاد قطب‌های میتوزی نقش دارند.

انتقال از عرض غشای سلول

- ویژگی‌های انتشار (دیفوزیون) ساده است.
- تنها شکل انتقال است که وابسته به ناقل نمی‌باشد.
- در جهت گرادیان الکتروشیمیایی (رو به پایین) صورت می‌گیرد.
- به انرژی نیاز ندارد و غیر فعال است.
- از طریق حل شدن در غشای سلول یا از طریق کانال صورت می‌گیرد.

نفوذپذیری:

- میزان سهولت انتشار یک ماده محلول از غشاء را نشان می‌دهد.
- عواملی که نفوذپذیری را افزایش می‌دهند:

۱. افزایش ضریب تفکیک روغن/آب: ماده محلول میزان حلالیت در چربی غشا را افزایش می‌دهد.

۲. کاهش شعاع (اندازه) ماده محلول: سرعت انتشار را کاهش می‌دهد.

۳. کاهش ضخامت غشا: فاصله انتشار را کاهش می‌دهد.

- مواد محلول هیدروفوب کوچک بیشترین نفوذپـذیری را در غشـاهای چربـی دارا می‌باشند.
- مواد محلول هیدروفیل باید از کانال‌های پر از آب یا از منافذ عبور کنند.

- **انتقال با واسطه حامل:** انتشار تسهیل شده و انتقال فعال اولیه و ثانویه را شامل می‌شود.
- **انتشار تسهیل شده:** مشابه انتشار ساده در جهت گرادیان الکتروشیمیایی (روبه پایین) اتفاق می‌افتد.
- به انرژی متابولیک نیاز ندارد و غیر فعال محسوب می‌شود.
- سریع‌تر از انتشار ساده است.
- با واسطه حامل است.

انتقال فعال اولیه:

- خلاف جهت گرادیان الکتروشیمیایی (رو به بالا) صورت می‌گیرد.
- به‌طور مستقیم به انرژی متابولیک به شکل آدنوزین‌تری فسفات (ATP) نیاز دارد، بنابراین فعال است با واسطه حامل است.
- سدیم و پتاسیم هر دو برخلاف گرادیان الکتروشیمیایی خود انتقال می‌یابند.

اسمز:

- **اسمولاریته:** اسمولاریته بیانگر تعداد اسمول در هر لیتر محلول می باشد. (اسمولاریته بیانگر تعداد اسمول در هرکیلوگرم حلال می‌باشد.)
- **اسمز و فشار اسمزی:** جریان آب از یک غشای نیمه تراوا از محلولی با غلظت مواد محلول پایین (آب بیشتر) به محلولی با غلظت مواد محلول بالا (آب کمتر) اسمز نامیده می‌شود. فشار لازم برای توقف کامل اسمز، فشار اسمزی نامیده می‌شود.

پتانسیل انتشار، پتانسیل استراحت غشا و پتانسیل عمل:

کانال‌های یونی:

- پروتئین‌هایی سرتاسری هستند که در غشا قرار می‌گیرند و زمانی که باز هستند امکان عبور یون‌های خاص را فراهم می‌کنند.
- کانال‌های یونی اختصاصی هستند.
- کانال‌های یونی ممکن است باز یا بسته باشند.

- کنداکتانس (قابلیت هدایت) یک کانال عکس مقاومت است و به احتمال باز بودن کانال بستگی دارد. هرچقدر احتمال باز بودن یک کانال بیشتر باشد، کنداکتانس یا نفوذپذیری آن بیشتر است.

پتانسیل انتشار:

- اختلاف پتانسیلی است که به دلیل اختلاف غلظت یک یون در عرض غشا ایجاد می‌شود.
- اندازه پتانسیل انتشار: به میزان گرادیان غلظتی وابسته است.
- پتانسیل تعادل (پتانسیل نرنست) پتانسیل انتشار است که تمایل انتشار ایجاد شده توسط اختلاف غلظت را به طور دقیق متعادل می‌کند. در این پتانسیل جریان خالص یونی صفر است.
- تعادل الکتروشیمیایی، نیروهای شیمیایی و الکتریکی که بر یک یون عمل می‌کنند، مساوی و خلاف جهت هم می باشند و انتشار یون صورت نمی‌گیرد.

پتانسیل استراحت غشا:

- پتانسیل استراحت غشا به وسیله پتانسیل های انتشار ایجاد می شود که از اختلاف غلظت یون‌های نفوذپذیر ناشی می‌شود.
- هر یون نفوذپذیر پتانسیل غشا را به سمت پتانسیل تعادل خود می راند.
- در حالت استراحت نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر از سدیم است (۱۰۰ برابر)
- پمپ سدیم ـ پتاسیم تنها به صورت غیر مستقیم و از طریق حفظ گرادیان غلظتی سدیم و پتاسیم در عرض غشای سلول که منجر به تولید پتانسیل های انتشار می شود در حفظ پتانسیل استراحت غشا نقش دارد.

پتانسیل‌های عمل:

- دپلاریزاسیون پتانسیل غشا را کمتر منفی (مثبت‌تر) می‌کند (داخل سلول کمتر منفی می‌شود).
- هیپرپلاریزاسیون پتانسیل غشا را منفی‌تر می‌کند (داخل سلول منفی‌تر می‌شود.)

- جریان رو به داخل، جریان بار مثبت به داخل سلول یا بار منفی به خارج سلول است. جریان روبه داخل پتانسیل غشا را دپلاریزه می‌کند.
- جریان روبه خارج، جریان بار مثبت به خارج سلول یا بار منفی به داخل است. جریان رو به خارج پتانسیل غشا را هیپرپلاریزه می‌کند.
- در حال استراحت، کانال‌های سدیمی بسته‌اند و کنداکتانس سدیمی پایین است.
- جریان رو به داخل، پتانسیل غشا را تا حد آستانه دپلاریزه می‌کند.
- دپلاریزاسیون منجر به باز شدن سریع دریچه‌های فعال شدن کانال های سدیمی ولتاژی می‌شود و کنداکتانس غشا نسبت به سدیم سریعاً افزایش می‌یابد.
- کنداکتانس سدیم بیشتر از کنداکتانس پتاسیم می‌شود و پتانسیل غشا به سمت پتانسیل تعادل سدیم (+۶۵ mV) رانده می‌شود. دپلاریزاسیون سریع در بخش بالارونده توسط جریان رو به داخل سدیم ایجاد می‌شود.
- دپلاریزاسیون منجر به بسته شدن دریچه‌های غیر فعال شدن کانال‌های سدیمی نیز می‌شود. بسته شدن دریچه‌های غیر فعال‌سازی منجر به بسته شدن کانال‌های سدیمی و برگشت کنداکتانس سدیم به سمت صفر می‌شود.
- دپلاریزاسیون به‌طور آهسته کانال‌های پتاسیمی را باز می‌کند و کنداکتانس پتاسیم را افزایش می‌دهد که حتی بیشتر از زمان استراحت است.
- برآیند اثر بسته شدن کانال‌های سدیمی و باز شدن بیشتر کانال‌های پتاسیمی، کنداکتانس پتاسیم را بیشتر از کنداکتانس سدیم می‌کند و پتانسیل غشا رپلاریزه می‌شود. بنابراین رپلاریزاسیون توسط جریان رو به خارج پتاسیم ایجاد می‌شود.
- مختصری بعد از بسته شدن کانال‌های سدیمی، کنداکتانس پتاسیم بیشتر از حد استراحت باقی می‌ماند. در این دوره پتانسیل غشاء به پتانسیل تعادل پتاسیم خیلی نزدیک می‌شود.

ویژگی‌های عمومی سیناپس‌های شیمیایی:

- پتانسیل عمل در سلول پیش سیناپسی منجر به دپلاریزاسیون پایانه پیش سیناپسی می‌شود.
- پس از دپلاریزاسیون، کلسیم از طریق کانال‌های کلسیمی ولتاژی نوع N واراد پایانه پیش سیناپسی می‌شود و منجر به آزادسازی نروترانسمیتر به داخل شکاف سیناپسی می‌شود.
- نروترانسمیترهای مهاری غشای پسسیناپسی را هیپرپلاریزه و نروترانسمیترهای تحریکی غشای پی‌سیناپسی را دپلاریزه می‌کنند.
- نروترانسمیترهای تحریکی شامل استیل کولین، نواپی نفرین، دوپامین، گلومات و سرتونین می‌باشند. البته به‌جز گلومات که مهم‌ترین میانجی تحریکی مغز است، بقیه ممکن است اثرات مهاری نیز داشته باشند.
- گاما ـ آمینو بوتیریک اسید (GABA) و گلیسین نروترانسمیترهای مهاری هستند. گابا مهمترین میانجی مهاری مغز و گلیسین مهم ترین میانجی مهاری نخاع است.

دوپامین:

- به میزان قابل ملاحظه در نرون‌های مغز میانی وجود دارد.
- از هیپوتالاموس آزاد می‌شود و ترشح پرولاکتین را مهار می‌کند، به همین دلیل عامل مهارکننده پرولاکتین (PIF) نامیده می‌شود.

سروتونین:

- در غلظت های بالا در ساقه مغز وجود دارد.
- در غده ی پینه آل به ملاتونین تبدیل می‌شود.

هیستامین:

- در نورون‌های هیپوتالاموس وجود دارد.

گلوتامات:

- شایع‌ترین نروترانسمیتر تحریکی در مغز است.

GABA:

- یک نروترانسمیتر مهاری است.
- گیرنده $GABA_B$ کنداکتانس پتاسیم را افزایش می‌دهد.

گلیسین:

- یک نروترانسمیتر مهاری است.

نیتریک اکساید (NO)

- نروترانسمیتر مهاری

عضله اسکلتیک

- هر فیبر عضلانی چند هسته‌ای است و به صورت یک واحد مجزا عمل می‌کند. فیبر عضلانی محتوی دسته‌هایی (باندل‌هایی) از میوفیبریل‌ها است که توسط شبکه سارکوپلاسمی (SR) احاطه شده و توبول‌های عرضی (توبول‌های T) از میان آن‌ها می گذرند. هر میوفیبریل از فیلامان‌های ضخیم (میوزین) و نازک (اکتین) درهم فرو رونده که در راستای طولی در سارکومرها آرایش یافته‌اند، تشکیل می‌شود. (اکتین ۲ برابر میوزین)
- واحدهای تکراری سارکومرها مسئول الگوی مخطط منحصر به فرد عضله‌ی اسکلتی به حساب می‌آید. یک سارکومر فاصله ی بین دو خط z متوالی می‌باشد.

فیلامان‌های ضخیم:

- در باند (نوار) A (تاریک) در مرکز سارکومر وجود دارند.
- باند H بخش فاقد اکتین باند A می‌باشد. خط M در وسط باند A وجود دارد.

فیلامان‌های نازک:

- در خطوط z لنگر انداخته‌اند.
- درن وارهای I (روشن) تنها اکتین وجود دارد.

شبکه سارکوپلاسمی (SR)

- ساختار توبولی داخل سلولی است که محل ذخیره و آزادسازی کلسیم برای جفت شدن تحریک- انقباض است.
- به یک نرون حرکتی بعلاوه تمامی فیبرهای عضلانی که از آن عصب دریافت می‌کنند یک واحد حرکتی می‌گویند.

انواع فیبرهای عضلانی:

- به‌طور کلی فیبرهای عضله‌ی اسکلتی به دو نوع فیبرهای نوع I سریع، اکسیداتیو یا قرمز و فیبرهای نوع II (آهسته) گلیکولیتیک یا سفید تقسیم می‌شوند.

منابع انرژی:

- ATP برای تولید ADP شکسته می‌شود و انرژی مولکول ATP به دستگاه انقباضی فیبر عضله منتقل می‌شود.
- ماده فسفوکراتین اولین منبع انرژی است که از آن برای بازسازی ATP استفاده می‌شود.
- مجموع انرژی ATP ذخیره شده و فسفوکراتین (سیستم فسفاژن) عضله قادر است تنها به مدت ۵ تا ۸ ثانیه منجر به حداکثر انقباض عضله شود.
- دومین منبع مهم انرژی که صرف بازسازی ATP و فسفوکراتین می‌شود، گلیکولیز گلیکوژنی است که از قبل در سلول‌های عضلانی ذخیره شده است.
- سومین و آخرین منبع انرژی، متابولیسم اکسیداتیو است.
- در صورتی که حداکثر فعالیت عضلانی به مدت بسیار طولانی (به مدت چند ساعت) ادامه یابد، بیشترین سهم انرژی از چربی‌ها تأمین می‌شود؛ اما اگر حداکثر فعالیت ۲ تا ۴ ساعت ادامه یابد حدود نیمی از انرژی از کربوهیدرات‌های ذخیره شده تأمین می‌گردد.

روابط طول- تانسیون و نیرو- سرعت در عضله‌ی اسکلتی:

- انقباضات ایزومتریک زمانی که طول ثابت نگه داشته می‌شود، اندازه‌گیری می‌شوند. طول عضله (پیش‌بار) ثابت است و عضله برای انقباض تحریک و تانسیون حاصله اندازه‌گیری می‌شود. کوتاه شدن اتفاق نمی‌افتد.
- انقباضات ایزوتونیک زمانی که بار ثابت نگه داشته می‌شود، اندازه‌گیری می‌شوند. باری که عضله در مقابل آن منقبض می‌شود (پس‌بار) ثابت است و عضله برای انقباض، تحریک شده و کوتاه شدن اندازه‌گیری می‌شود.

عضله صاف:

- فیلامان‌های ضخیم و نازک دارد که در سارکومرها آرایش نیافته‌اند، بنابراین به جای مخطط بودن، یکنواخت به نظر می‌رسند.

انواع عضله صاف:

۱. عضله صاف چند واحدی:

- در عنبیه، عضله مژگانی عدسی، عضله سیخ کننده مو و وازدفران وجود دارد.
- تراکم عصب‌دهی زیاد است.

۲. عضله صاف تک واحدی:

- متداول‌ترین نوع عضله صاف است و در رحم، دستگاه گوارش، حالب و مثانه وجود دارد. به این نوع عضلات عضلات صاف احشایی (ویسرال) هم می‌گویند.

مقایسه عضله‌ی اسکلتی، عضله صاف

بعضی از اختلافات عضله صاف و اسکلتی عبارتند از:

- عضله صاف فاقد صفحه Z است، به جای آن اجسام متراکم وجود دارد.
- عضله صاف فاقد توبول عرضی و دارای فرئ ـ ورفتگی‌هایی در غشاء موسوم به غارهای کوچک می‌باشد.
- نسبت فیلامان‌های نازک به ضخیم در عضله صاف (۵ تا ۱۰ به ۱) از عضله اسکلتی (۲ به ۱) بیشتر است.

فصل دوم

فیزیولوژی اعصاب

سیستم عصبی اتونوم (ANS)

- مجموعه‌ای از راه‌های ورودی و خروجی به سیستم عصبی مرکزی (CNS) است که عضله‌ی صاف، عضله‌ی قلبی و غدد را عصب‌دهی و تنظیم می‌کند.
- متمایز از سیستم عصبی سوماتیک (پیکری) است که به عضله‌ی اسکلتی عصب می‌دهد.

انواع گیرنده‌ها در سیستم عصبی اتونوم:

۱. گیرنده‌های آدرنرژیک (آدرنوسپتورها)

۲. گیرنده‌های کولینرژیک (کولینورسپتورها)

الف. گیرنده‌های نیکوتینی:

- در عقده‌های اتونوم سیستم‌های عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک، در پیوستگاه عصبی عضلانی و در مدولای فوق کلیه (N_N با N_2) وجود دارند. گیرنده‌ها در این نواحی مشابه هستند اما دقیقاً مثل هم نیستند.
- توسط استیل کولین و نیکوتین فعال می‌شوند.
- منجر به تحریک می‌شوند.

ب. گیرنده‌های موسکارینی

- در قلب عضله ی صاف و غدد وجود دارند
- در قلب مهاری هستند (مانند کاهش تعداد ضربان قلب، کاهش سرعت هدایت در گره AV)
- در عضله‌ی صاف و غدد تحریکی هستند (مانند افزایش حرکت دستگاه گوارش، افزایش ترشح).
- توسط استیل کولین و موسکارین فعال می‌شوند.
- توسط آتروپین مهار می‌شوند.